

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERIA
TECNOLOGIA EN DESARROLLO AMBIENTAL
BOGOTA D.C
2015**

**ESTUDIO DE FACTORES ASOCIADOS AL ANALISIS DE PARAMETROS
FISICOQUIMICOS PARA FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN EL
LABORATORIO ANTEK S.A.S**

ANGIE LORENA ATARA NAJERA

PROYECTO FINAL - PASANTIA

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERIA
TECNOLOGIA EN DESARROLLO AMBIENTAL BOGOTA D.C
2015**

CONTENIDO

1. TITULO DE LA INVESTIGACION.....	3
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	3
3. JUSTIFICACION.....	4
4. OBJETIVOS	5
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION	6
5.1 MARCO CONCEPTUAL.....	6
5.2 MARCO LEGAL.....	7
6. METODOLOGIA.....	8
7. RESULTADOS.....	10
8. CRONOGRAMA	
9. CONCLUSIONES.....	20
 BIBLIOGRAFIA.....	 21
ANEXOS.....	25

1. TITULO

ESTUDIO DE FACTORES ASOCIADOS AL ANALISIS DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS PARA FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL EN EL LABORATORIO ANTEK S.A.S.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

El presente trabajo pretende responder y aportar información a la sociedad en relación al análisis fisicoquímico de aguas superficiales y que aspectos importantes se tienen en cuenta en un laboratorio ambiental al momento de realizar el estudio de este análisis que pretende responder a la pregunta ¿Qué aspectos importantes se tienen en cuenta al momento de analizar una muestra para que sus resultados sean confiables?

La calidad de cada monitoreo e informe que se presentan al cliente es un factor indispensable para reconocer cada aspecto que se maneja ambientalmente en estas empresas ya que si algo llega a salir mal es responsabilidad de Antek S.A.S reportarlo y que las autoridades ambientales estén al tanto de esto para tomar las medidas pertinentes en el caso.

Antek S.A.S es un laboratorio ambiental que se encarga del análisis de agua, ruido, suelo, aire e hidrocarburos entre otros para dar un informe del estado ambiental del lugar de monitoreo y conocer el nivel de contaminación que manejan los clientes de esta empresa.

Por esta razón es importante estudiar las técnicas analíticas que se usan en tan importante laboratorio y que parámetros son los esenciales para establecer la calidad de un cuerpo de agua ya sea superficial, potable, residual industrial o doméstica y subterránea, de esta manera se establece el cumplimiento de estos criterios regidos por la norma establecida y los requerimientos del cliente.

3. JUSTIFICACION

Uno de los aspectos más importantes en Colombia sobre su desarrollo ambiental es la calidad y el compromiso que poseen las entidades que se encargan de este desarrollo, el cual no solo incluye la disminución del impacto ambiental sino la capacidad de generar sostenibilidad y sustentabilidad en el país.

Por esta razón es importante reconocer la responsabilidad que tiene el laboratorio ambiental ANTEK S.A.S en cada uno de los análisis fisicoquímicos de agua, aire, suelo, ruido, geoquímica del petróleo y biocombustibles e hidrobiológicos ya que con cada análisis que realiza para diferentes empresas del sector energético, salud, alimentos, consultoría y servicios públicos, organismos de control y gestión ambiental conlleva al nivel de contaminación que cada una de ellas genera y es su compromiso generar informes y análisis de alta calidad para evaluación de índices de contaminación de cada de ellos y su factibilidad para originar nuevos proyectos.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente el presente informe se realizara con el fin de estudiar las técnicas analíticas realizadas en el laboratorio Antek S.A.S para proponer nuevas alternativas en caso de que estas nuevas ser realizadas y que generen la misma eficacia en el análisis.

Este estudio es importante realizarlo ya que es relevante conocer que técnicas analíticas se están usando en el laboratorio, la eficiencia de cada una de ellas a partir del resultado, compararlas con la normatividad, en caso de que alguna de estas técnicas no pueda ser realizada por el laboratorio es necesario proponer opciones que ayuden a sobrellevar los análisis con la misma eficacia de las técnicas realizadas normalmente.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar aspectos importantes en la revisión de reportes de laboratorio Antek S.A.S y verificar información que permita constatar la calidad del análisis y su veracidad al momento de entregar un informe a un cliente.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar los conocimientos sobre análisis de agua y sus parámetros fisicoquímicos fundamentales.
- Conocer el funcionamiento de la empresa por cada área que maneja: Área de Proyectos, Laboratorios, área de reportes, departamento administrativo y personal de campo.
- Adquirir conocimientos adicionales para mi crecimiento personal y profesional en el ámbito ambiental.

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION

5.1 MARCO CONCEPTUAL

GENERALIDADES

La evaluación de la calidad del agua se realiza mediante una serie de análisis de laboratorio dirigidos a conocer cualitativa y cuantitativamente, las características físicas, químicas y biológicas más importantes que pueden afectar, su uso real y potencial, como el tipo y grado de tratamiento requerido para su adecuado acondicionamiento.

A fin de garantizar la confiabilidad de los resultados, que arrojen tales análisis de laboratorio, las técnicas y procedimientos deben haber sido cuidadosamente desarrollados, evaluados y con los niveles de sensibilidad requeridos, además se deben establecer un conjunto de normas y procedimientos para la correcta captación, traslado y preservación de muestras de agua, así como también debe tenerse cuidado en las unidades y terminologías usadas.

Es de suma importancia destacar que los resultados de los exámenes de laboratorio no tienen validez si la muestra es captada sin cumplir la normativa sobre criterios y técnicas de muestreo, puesto que es condición indispensable que la muestra sea adecuada para su estudio. (Guevara, 1996)

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL ANALISIS EN UN LABORATORIO AMBIENTAL

La importancia de la calidad en el análisis de los muestreos realizados en un laboratorio ambiental se manifiesta en varios componentes donde se pueden ver afectados ciertas dimensiones importantes en los análisis: como la dimensión social, ambiental y económica.

Estos análisis permiten conocer, mediante la evaluación de laboratorio, los estados físico, químico, microbiológico e hidrobiológico de fuentes naturales, para diseñar a partir de esta información política que permitan mitigar posibles impactos.

Se evalúan los componentes de calidad de las distintas matrices estudiadas susceptibles a impacto de amenaza y oportunidades, con el fin de establecer soluciones de protección para zonas de conservación.

Se determina si cada uno de los componentes ambientales monitoreados se ajusta a las métricas de cumplimiento establecidas por las leyes colombianas, o indicadores establecidos por la normatividad nacional o internacional, cuando aplique.

Se establecen relaciones entre los componentes ambientales monitoreados (aguas, suelos, calidad del aire) y los entornos generados por comunidades asentadas en el área de estudio.

Los muestreos permiten tener una relación más estrecha con comunidades susceptibles a conflictos de carácter social y aportan conocimiento mediante las capacitaciones ofrecidas por los laboratorios, con el objetivo de enlazar los estudios de impacto ambiental y los programas de manejo ambiental a desarrollar en áreas de interés por parte de cada uno de los interesados. (Cortes, 2014, p. 99).

- **Calidad del Agua:** La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por acción del hombre. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos. (Mejía, 2005)
- **Técnica Analítica:** Método para obtener información sobre la muestra a analizar.
- **Alícuota:** Volumen de líquido que corresponde a una fracción conocida de un volumen más grande. (Manual de Procedimientos de Calidad Antek S.A.S, 2014)
- **E.A.A:** Espectrometría de Absorción Atómica.
- **E.E.A:** Espectrometría de Absorción y emisión atómica
- **I.C.P:** Plasma de Acoplamiento inductivo.
- **Cadena de Custodia:** Es un documento en donde se registra toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte de laboratorio. La importancia de contar con este documento radica en prevenir la falsificación y/o alteración de los datos de campo, así como para definir la cantidad y tipos de análisis requeridos, el tipo de pre tratamiento al que ha sido sometido, la fecha hora de muestreo, el número de frascos remitidos por punto de muestreo, la fecha y hora de remisión, la identificación del responsable del muestreo y todo lo relacionado con la recepción por parte del laboratorio. (Manual de Procedimientos de Calidad Antek S.A.S, 2014)

5.2 MARCO LEGAL

- **DECRETO 1594 DE 1984:** reglamenta los usos del agua y el manejo de los residuos líquidos, quienes recolecten, transporten y dispongan de residuos líquidos, tendrán que seguir los lineamientos establecidos en las normas referentes al vertimiento, y además obtener el permiso correspondiente expedido por la autoridad competente, el artículo 4 del decreto distrital 673 de 1995 le otorga al IDEAM tal competencia para desarrollar cualquiera de las actividades anteriormente mencionadas. A partir de esta normatividad se aplican los artículos 38,39 y 40 para aguas superficiales y subterráneas y los artículos 72 y 74 para agua residuales industriales y domesticas fuera de Bogotá.
- **RESOLUCION 3957 DEL 2009:** Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital", se aplica para aguas residuales industriales y domesticas dentro de la ciudad de Bogotá.
- **RESOLUCION 2115 DEL 2005:** Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- **NORMA TECNICA COLOMBIANA:** Esta norma constituye una guía sobre técnicas utilizadas con el fin de obtener los datos necesarios para hacer análisis con propósitos de control de calidad, caracterización de la calidad e identificación de fuentes de contaminación del agua. (NTC, 1995)

Para estos análisis se tomaron en cuenta las siguientes NTC.

- NTC – ISO 813: Análisis de agua potable.
- NTC – ISO 5667-5: Muestreo para Análisis Microbiológico del Agua.
- NTC – ISO 5667-1: Muestreo de Aguas Residuales
- NTC – ISO 5667-10: Sistema de Gestión Ambiental

.

6. METODOLOGIA

El objetivo general de estas pasantías, es la verificación de información de reportes en el laboratorio Antek S.A.S, para ello se seguirá un plan de trabajo, con el fin de cumplir los objetivos específicos encontrados en dicho plan. Abarcando de esta manera las áreas en que las cuales se podía desempeñar un futuro tecnólogo en desarrollo ambiental, con el fin de adquirir conocimientos, en cuanto al manejo de técnicas y análisis que se realizan en estos laboratorios, además de poner en práctica, lo aprendido en el transcurso de la carrera.

Este plan de trabajo incluirá el conocimiento de los procesos manejados en la empresa en el área de Laboratorio y reportes ya que estas son las principales áreas que manejan este tipo de información y análisis.

Estos procesos incluyen la digitación y corrección de reportes laboratorio, la aplicación de normatividad en cada matriz analizada, la determinación de límites de detección y porcentajes de remoción en algunos parámetros estudiados por cada matriz.

Para cumplir con estas funciones se determinara un plan de trabajo en la empresa:

- Después de registrar la muestra de Agua o suelo en recepción de muestras, se debe radicar cada muestra en el programa LIMS; el asistente de recepción de muestras entrega la cadena de custodia y el plan de muestreo a el área de reportes y es necesario determinar la numeración del reporte que se empieza con el 00001 para el primer reporte del año antecedido de una letra que identifica el tipo de matriz:

A: Agua

S: Suelo

H: Hidrobiología

AI: Aire

F: Farmacia

SO: Salud Ocupacional

E: Especiales

AL: Alimentos

R: Ruido

GEP: Geoquímica Especial

GS: Geoquímica Suelo

GA: Geoquímica Agua

- La información contenida en la cadena de custodia correspondiente al número de muestra, al número de reporte y la información anexa en el plan de muestreo donde se especifica los parámetros a analizar es ingresada al sistema LIMS en donde se genera el formato de reporte de resultados de laboratorio, en caso de que estos resultados conlleven algún anexo en formato Excel, estos deben ser guardados de manera segura en el servidor de Antek S.A.S.
- El reporte de resultados es el documento en el que se registran los resultados de cada ensayo, este debe incluir la información como:
 - Un título el cual será REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N° 0001-15.
 - Información básica del Laboratorio Antek S.A.S (nombre y dirección)
 - Número de la muestra Antek, dada por el área de recepción de muestras.
 - Paginación completa del reporte.
 - Condiciones Ambientales del laboratorio al momento del análisis
 - Parámetros
 - Unidades reportadas bajo el Sistema Internacional de Unidades.
 - Técnica Analítica
 - Método
 - Firma de jefe de Laboratorio y Dirección Técnica y de laboratorio quienes revisan y aprueban el reporte.
- La información registrada es revisada por el coordinador de área del laboratorio quien verifica la veracidad de la información y descarga el reporte en el sistema LIMS.
- Una vez es reportada la información por el laboratorio el área de reportes se encarga de imprimir y entregar para su revisión ya sea al ingeniero de cuenta encargado o directamente a Dirección técnica y de laboratorio si son clientes solo con una orden de servicio.
- Luego de ello el área de reportes realiza las correcciones pertinentes autorizadas por el jefe de laboratorio y el ingeniero encargado para llevar una trazabilidad de la información y evitar cometer errores en la entrega del reporte junto con el informe ya sea al cliente o al ingeniero de proyectos.

A continuación se presenta el esquema metodológico de las etapas desarrolladas durante los seis meses de pasantía para el estudio de los factores analizados para el análisis de aguas superficiales en el laboratorio Antek S.A.S.

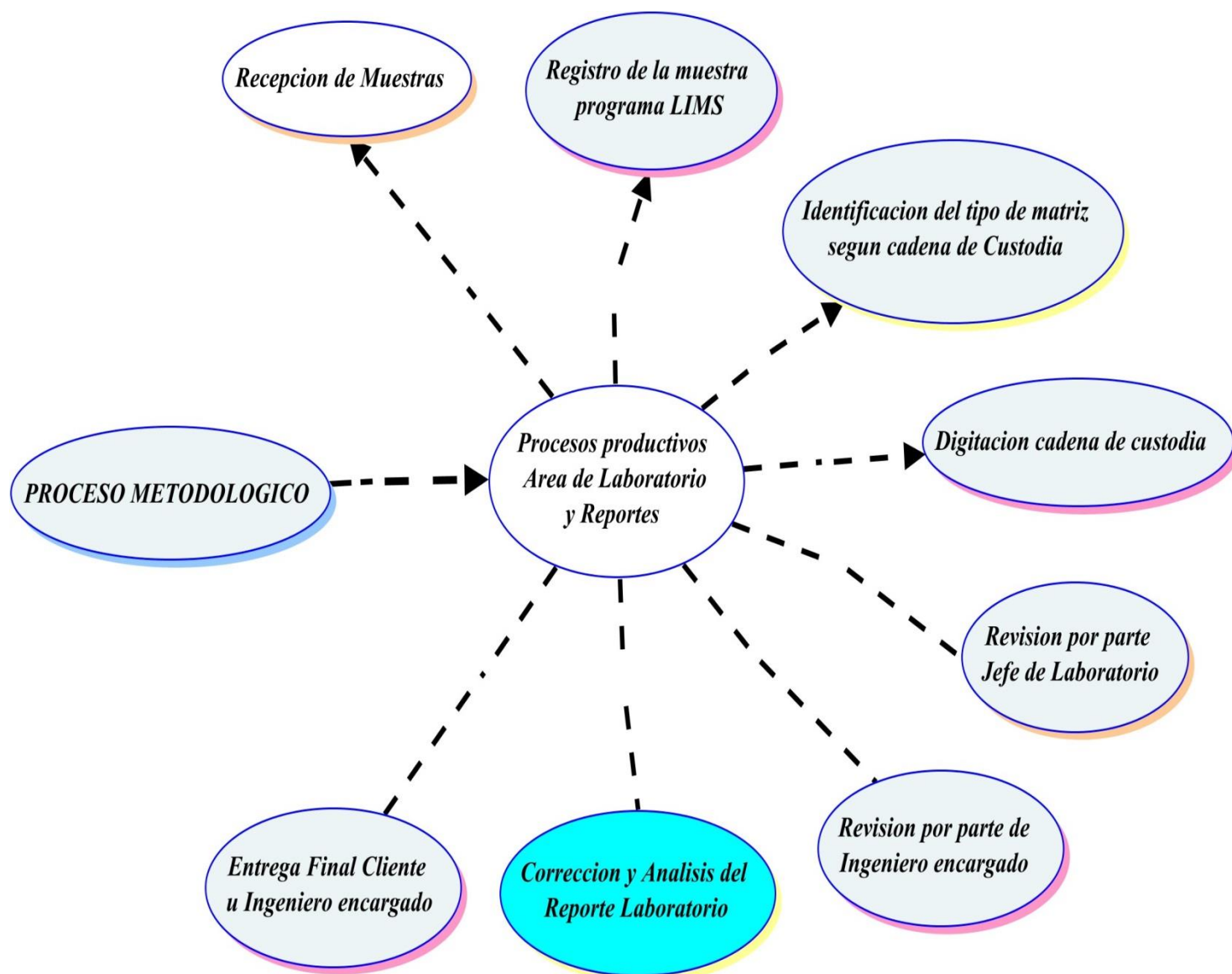


Figura 1. Proceso Metodológico Pasantia

Teniendo en cuenta este proceso metodológico se adquirirán y aplicaran conocimientos para el estudio de las técnicas analíticas utilizadas por el laboratorio empezando por clientes grandes como lo son las grandes petroleras hasta clientes pequeños como son las medianas empresas en la ciudad de Bogotá, así se hará una comparación de los parámetros que se necesitan en cada análisis para determinar la calidad y uso del cuerpo de agua analizado.

A continuación se presenta un análisis de un reporte de laboratorio de un muestreo de agua superficial por parte de un cliente que quiere analizar la muestra para estudios internos de ella, allí se presentaran los factores más importantes que se deben tener en cuenta para el análisis de los resultados y así mismo dar un criterio final sobre ellos.

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ÁREAS QUE REPORTAN EN ESTE FORMATO:	
Microbiología	
Fisicoquímico	
Absorción Atómica	
Cromatografía	
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-4031-15	
Bogota, 2015-05-21	
DATOS DEL CLIENTE	
EMPRESA : ECOPETROL S.A.	NIT/C.C. : 899.999.068-1
SOLICITANTE : ANA MARIA JIMENEZ TAPIAS	
CARGO : GESTOR	
DIRECCION : GERENCIA DE DESARROLLO Y PRODUCCION CIRA INFANTAS TECA	CIUDAD : BOGOTÁ D.C.
TELEFONO : 3115285106	FAX : 2344000
E-MAIL : ana.jimenezta@ecopetrol.com.co	

COTIZACION No. : N.E.	FECHA : 0000-00-00
CONTRATO No. : N.E.	FECHA : 0000-00-00
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
MUESTREO A CARGO DE :	ANTEK S.A.S.
PLAN DE MUESTREO ANTEK No. :	1531
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO :	MPM-5,7-10
NUMERO DE MUESTRAS :	1
NUMERO DE MONITOREO :	SEGUIMIENTO Y CONTROL
PAGINA # 1	
PRODUCTO :	AGUA SUPERFICIAL
LUGAR DE MUESTREO :	GRI-CAMPO CANTAGALLO, BARRANCABERMEJA (SANTANDER)
FECHA DE MUESTREO :	07/05/2015
TIPO DE MUESTREO :	PUNTUAL
FECHA DE RECEPCION DE LAS MUESTRAS :	08/05/2015
FECHA DE ANALISIS :	2015-05-08 AL 2015-05-17
OBSERVACIONES :	METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 22nd EDITION 2012, APHA, AWWA, WEF, ENVIRONMETAL PROTECTION AGENCY 8141B REVISIÓN 1 FEBRERO 2007, EPA 8015D REVISIÓN 4 JUNIO 2003. ANEXOS A ÉSTE INFORME: ANEXO 1: REPORTE DE RESULTADOS DE CROMATOGRAFIA (1 Hoja) ANEXO 2: CROMATOGRAMAS (5 Hojas)

PARAMETROS	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	QUEBRADA LA PESCA DO	% REMOCIÓN	LIMITES PERMISIBLES DECRETO 1594/84 MIN. DE SALUD Y MIN. DE AGRICULTURA		
				ANTEK 55790		Art. 38	Art. 39	Art. 40
HORA	h.	-----		12:10		N.E. .	N.E. .	N.E.
TEMPERATURA MUESTRA	°C	TERMOMETRICO	SM 2550 B	29,6		N.E. .	N.E. .	N.E.
pH	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500H + B	7,44		5,0-9,0	6,5-8,5	4,5-9,0
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	ELECTROMETRIC O	SM 2510 B	28		N.E. .	N.E. .	N.E.
OXIGENO DISUELTO	mg/L O2	ELECTRODO DE MEMBRANA	SM 4500-O G	4,19		N.E. .	N.E. .	N.E.
TURBIEDAD	NTU	NEFELOMETRIC O	SM 2130 B	25,2		N.E. .	N.E. .	N.E.
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO	SM 2320 B	9,9		N.E. .	N.E. .	N.E.
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	VOLUMÉTRICO-EDTA	SM 2340 C	9		N.E. .	N.E. .	N.E.
NITRATOS	mg/L N - NO3	ESPECTROFOTOMÉTRICO UV	SM 4500-NO3 B	<0,100		10	10	N.E.
NITRITOS	mg/L N - NO2	COLORIMETRICO	SM 4500-NO2-B	0,028		1	1	N.E.

FOSFORO TOTAL	mg/L P	DIGESTION - COLORIMETRICO	SM 4500-P E	0,125		N.E .	N.E .	N. E.
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SECADO A 103-105° C - GRAVIMETRICO	SM 2540 D	39		N.E .	N.E .	N. E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 B	11,88		N.E .	N.E .	N. E.
DBO5	mg/L O2	INCUBACIÓN 5 DÍAS - ELECTRODO DE MEMBRANA	SM 5210 B - SM 4500-O G	37		N.E .	N.E .	N. E.
DQO	mg/L O2	REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO	SM 5220 C	59		N.E .	N.E .	N. E.
HIERRO TOTAL	mg/L	E.A.A.	SM 3030 E - SM 3111 B	2,73		N.E .	N.E .	5
TENSOACTIVOS	mg/L LAS	COLORIMETRICO	SM 5540 C	<0,15		0,5	0,5	N. E.
GRASAS Y ACEITES	mg/L	PARTICION / INFRARROJO	SM 5520 C	<0,67		S.P .V	S.P .V	N. E
HIDROCARBUR OS PETROGENICO S	%	CROMATOGRAFI A DE GASES - FID	EPA 8015D - EPA 3550B	<0,007		N.E .	N.E .	N. E.
PESTICIDAS ORGANOFOSF ORADOS	mg/L	CROMATOGRAFI A DE GASES - NPD	EPA 8141B - SM 3510 C	<0,00002		N.E .	N.E .	N. E.
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	ENSAYO DE SUSTRATO ENZIMATICO	SM 9223 B	41060		20 000	1 000	5 000
COLIFORMES FECAL	NMP/100 mL	FERMENTACION EN TUBOS MULTIPLES	SM 9221 E	94		2 000	N.E .	1 000
pH - LABORATORIO	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500H + B	6,69		N.E .	N.E .	N. E.

CONDUCTIVIDAD - LABORATORIO	$\mu\text{S/cm}$	ELECTROMETRIC O	SM 2510 B	44,6		N.E .	N.E .	N. E.
OXIGENO DISUELTO - LABORATORIO	mg/L O ₂	ELECTRODO DE MEMBRANA	SM 4500-O G	4,4		N.E .	N.E .	N. E.
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES LABORATORIO	mg/L	SECADO A 103-105° C - GRAVIMETRICO		39		N.E .	N.E .	N. E.
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES - LABORATORIO	mg/L	ELECTROMETRIC O	SM 2510 B	20,9		N.E .	N.E .	N. E.

Figura 2: Reporte de Resultados Laboratorio Antek S.A.S

La tabla anterior contiene información acerca del muestreo realizado por el cliente en donde se evidencia información como los datos del cliente, la fecha de muestreo, de recepción de la muestra y la duración del análisis que son diez días a partir de su recepción, contiene el tipo de matriz que es Agua Superficial, el procedimiento de muestreo según el Standard Methods como guía de este análisis, los parámetros solicitados por el cliente en el plan de muestreo y cadena de custodia, la técnica analítica utilizada para el análisis de cada parámetro, sus unidades de medición y la normatividad con la que debe ser comparada cada dato; gran parte de estos reportes de laboratorio contienen porcentajes de remoción en carga y en concentración cuando no posee un caudal definido no se hallan porcentajes de remoción además de esto solo se realizan en matrices como agua residual Industrial o doméstica.

La calidad del agua inicia por la identificación de cuerpos hídricos, los cuales deben cumplir ciertos parámetros y normatividad estipulados por Entidades Ambientales y del Estado, para determinar si es apta para consumo humano y así poder abastecer una población o para los distintos usos que se le pueda a este cuerpo hídrico ya sea para riego u otra actividad.

La calidad del agua es un factor muy importante tanto para abastecer una población como para el desarrollo y reproducción de organismos vivos, por eso mismo se determinan diferentes aspectos para el análisis y comprensión de valores para lograr obtener resultados que satisfaga a una comunidad e identificando los bienes y servicios de un cuerpo de agua sin haber sido intervenido antropológicamente.

Un ejemplo claro son las aguas superficiales, que para realizar un diagnóstico de la calidad del agua se basó en normatividades como el RAS 2000 (Titulo B), el decreto 1594 de 1984 y fuentes bibliográficas como “Fundamentos de Limnología Neotropical” del autor Gabriel Roldan, “Métodos Normalizados para análisis de aguas potables y residuales” de APHA-AWWA-WPCF y “Calidad del Agua” del autor Jairo Alberto Romero Rojas.

La Quebrada “El Pescado” en Barrancabermeja está caracterizado por ciertos parámetros fisicoquímicos que requieren ser analizados y comparados con las normas establecidas en el RAS 2000 y en el decreto 1594 de 1984 para determinar si el cuerpo de agua es apto para consumo humano o no.

Para éste análisis se usaron los datos más relevantes que son fuertes indicadores del estado del cuerpo de agua, por ejemplo

- El sitio de muestreo es Barrancabermeja una de las 6 ciudades más calurosas del país con una temperatura de 27,6 °C , una altura de 75,94 metros, esto influye mucho en la calidad del cuerpo de agua si es apto o no para consumo humano u otras actividades que realice el cliente.
- Temperatura: El cuerpo de agua está a una temperatura de 29,6°C por encima de la temperatura normal de un sistema acuático que es de 25°C esto quiere decir que el cuerpo de agua está ubicado en ecosistemas tropicales como las quebradas y los ríos que están entre 25°C y 29°C. A mayor temperatura menor concentración de oxígeno y a menor temperatura mayor concentración de oxígeno.
- pH: Los cuerpos de agua tropicales y los embalses normalmente presentan valores entre 6.5 y 7.5. El cuerpo de agua tiene un pH de 7.44 unidades lo que corresponde a un ecosistema de baja alcalinidad y por ende de baja productividad (Roldan.1992, p. 261), por lo tanto el cuerpo hídrico no tiene alteraciones para consumo.
- Alcalinidad Total: La alcalinidad del lago superficial se encuentra en 9,9 esto quiere decir que el agua tiene bajas concentraciones de alcalinidad ,es decir, son menos productivas, los carbonatos son los que responden por la alcalinidad y la capacidad de buffer y los bicarbonatos los efectos que producen la modificación en la fauna y flora en mayor o menor grado, además la alcalinidad determina la capacidad del agua para neutralizar ácidos, dependiendo del pH que tiene el cuerpo de agua.

Tabla 1: Rangos de alcalinidad.

RANGO	ALCALINIDAD (mg/L CaCO ₃)
BAJA	< 75
MEDIA	75 - 150
ALTA	> 150

* Datos tomados de Kevern (1989).

El sistema de alcalinidad tiene interacciones importantes con los procesos de fotosíntesis y respiración celular. Veamos en primer término las reacciones de equilibrio que describen la interacción de CO₂ y H₂O (Figura 1).

Figura 3. Rangos de contaminación del agua respecto a la Alcalinidad

RANGOS DE ALCALINIDAD RESPECTO AL pH

ALCALINIDAD	pH
30-80	6.5-8.5
20-30	6.5-7.5
10-20	6.0-7.0
10-30	7.5-8.5
20-60	7.0-8.5
< 1.0	4.0-5.0

Figura 4. Rangos de Alcalinidad respecto al pH

(Romero.2009, p. 121)

La alcalinidad del cuerpo de agua superficial con respecto a la tabla anterior se puede interpretar que se encuentra entre 10-20 con un pH de 6.0-7.0, es decir, que el cuerpo hídrico no tiene propiedades corrosivas que afecten la salud de individuo y posee propiedades amortiguadoras (acción buffer) que mantienen estable el pH del agua.

- Una de las propiedades más importantes del agua es la presencia de gases como el oxígeno y el dióxido de carbono que son indispensables para la respiración y la fotosíntesis del cuerpo de agua (Roldan, 1992, p.225), conocer la presencia y la abundancia en la cual se encuentran estos gases es esencial para determinar el estado en el cual se encuentra un ecosistema acuático. Según Roldan el oxígeno disuelto en agua debe estar entre 7,0 y 9,0 mg/L y allí el oxígeno esta en 4,19 mg/L es decir, el cuerpo de agua requiere ser oxigenado por un sistema de aireación que contribuya a la oxigenación del cuerpo de agua.
- Nitratos, Nitritos y Nitrógeno Amoniacal: De acuerdo a estos compuestos nitrogenados se puede definir qué tipo de lago es el que se está estudiando.

CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE COMPUESTOS NITROGENADOS

Tipo de lago	Amoniaco(mg/l)	Nitratos(mg/l)	Nitritos(mg/l)
Oligotrófico	0.0 – 0.3	0.0 – 1.0	0.0 – 0.5
Meso trófico	0.3 – 2.0	1.0 – 5.0	0.5 – 5.0
Eutrófico	2.0 – 15.0	5.0 – 50.0	5.0 – 15.0

Figura 5. Clasificación de cuerpos de Agua Superficiales

El cuerpo de agua no posee nitrógeno Amoniacal, Nitritos en una cantidad de 0,028 mg/l y nitratos en una cantidad menor a 0,100 mg/l. Según la tabla anterior se puede deducir que el cuerpo de agua es oligotrófico, es decir, con baja productividad en su ecosistema y poca oxigenación.

- Conductividad: La determinación de la conductividad eléctrica en el agua es una medida de la cantidad de solidos disueltos, por lo que su medición es de suma utilidad cuando se está evaluando la calidad de un ambiente acuático. Los valores normales de conductividad están entre los 30 y 60 umhos/cm (Roldan.1992, p.65). El cuerpo de agua tiene una conductividad de 28.00 uS/cm que está por debajo de la conductividad normal de un cuerpo de agua, esto indica que el cuerpo de agua tiene baja productividad, es decir, es un cuerpo de agua oligotrófico. Los cuerpos de agua oligotróficos de altas montañas tropicales presentan valores con rangos entre los 20 y 50 umhos/cm (Roldan.1992, p.275).
- Dureza: La dureza es la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en un cuerpo de agua, a partir de la cantidad de iones se puede determinar si el cuerpo de agua es altamente productivo, medianamente productivo o de baja productividad. Aguas poco productivas son aquellas que poseen menos de 10mg/l; aguas medianamente productivas las que poseen valores entre 10 y 25 mg/l y aguas muy productivas las que poseen valores superiores a los 25mg/l. (Roldan.1992, p. 282).

$$\text{Dureza} = 2.5 \left(4.0 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) + 4.16 \left(0.5 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 12.08 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

El cuerpo de agua posee valores es poco productivo y biológicamente son aguas blandas por su valor de dureza que es de 9 mg/L, del mismo modo es muy bajo para ser un cuerpo de agua productivo.

- Hierro: El contenido de hierro en aguas neotropicales es elativamente bajo, en ciénagas y embalses presentan valores de 0,8 mg/L (Roldan.1992, p. 291) esto indica baja fotosíntesis por lo tanto baja productividad. El cuerpo de agua presenta concentraciones de hierro total es 2,73 mg/l, esto comprueba que no presenta actividad fotosintética pero es un indicador de que el cuerpo de agua puede ser corrosiva y afectar la salud humana u otras actividades por su uso.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: La demanda bioquímica en fuentes hídricas es el gasto que oxígeno que requieren los factores bióticos del ecosistema y la materia orgánica (coliformes fecales, coliformes totales). La DBO del cuerpo de agua es de 37 mg/L, es decir, hay demasiada demanda de oxígeno ya que puede que la quebrada este a cercanías de una zona rural o halla producción ganadera o agrícola cerca de allí o simplemente la quebrada ha sido intervenida antropológicamente.
- Demanda Química de Oxígeno: La demanda química de oxígeno en fuentes hídricas es el gasto de oxígeno que se requiere para descomponer la materia orgánica e inorgánica incluyendo las sustancias químicas de carácter antrópico. El cuerpo de agua Q1 posee una concentración de 59 mg/L que manifiesta alta presencia de contaminantes antrópicos (Romero. 2009. P. 183).
- Sólidos Disueltos Totales: El contenido de sólidos depende principalmente de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos y nitratos de calcio, magnesio, sodio y potasio. Se recomiendan límites de 500 a 1000 mg/L. El estándar está basado en condiciones de sabor y adaptabilidad al consumo de agua. (Romero. 2009. p. 369). El cuerpo de agua posee una concentración de sólidos totales de 11.98 mg/L, es decir, cumple con los parámetros establecidos para consumo humano.
- Coliformes Totales: El cuerpo de agua posee una cantidad de 41060 coliformes totales y la máxima requerida según el decreto 1594 de 1984 es de 20000 microorganismos/ 100 ml ,esto quiere decir, que el agua está contaminada y es altamente perjudicial para la salud además de ello esto es un indicador de que hay presencia de vertimientos en la quebrada.
- Grasas y Aceites: La presencia de grasas y aceites puede alterar las propiedades organolépticas del cuerpo de agua (Olor, Sabor y Apariencia), Según la norma técnica colombiana para análisis de calidad de agua recomienda que las grasas y aceites estén ausentes del cuerpo de agua para consumo humano, mas por razones de aceptabilidad que porque exista algún riesgo de daño a la salud.(NTC, 1995, p. 12)
- Hidrocarburos: La mayor parte de los hidrocarburos que se pueden encontrar en el agua son tóxicos, en algunos casos, estos compuestos presentes en el agua pueden llegar a producir dermatitis. Su presencia en el cuerpo de agua superficial se debe a descargas de desechos industriales y a derrames accidentales o voluntarios por parte de la comunidad cercana a la quebrada. El agua lluvia puede arrastrar cantidades notables de hidrocarburos en suspensión, derivados de la combustión, de desechos automotores que pueden ser cancerígenos y deben estar ausentes en el cuerpo de agua.

- Compuestos Organoclorados y Organofosforados:

Este nombre agrupa a un gran número de compuestos orgánicos que se usan con diversos propósitos del campo agrícola: control de plagas, maleza, hierba. Entre los plaguicidas más comunes tenemos los hidrocarburos clorados, los carbamatos, los organofosforados y los cloro fenoles. La presencia de estos compuestos en niveles tóxicos genera problemas en el agua y en el ambiente. La remoción de los plaguicidas presentes en las aguas todavía se encuentra en la fase experimental, pero se sabe que su tratamiento con carbón activado reduce notoriamente los niveles de algunos de estos compuestos. (Castro, 1987)

El cuerpo de agua cumple con los parámetros establecidos por la norma, esto es un indicador de que no hay presencia de producción agrícola en el lugar solo, es un fuerte indicador de agua residual domestica.

LIMITES PERMISIBLES DE PRESENCIA DE ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL

Este análisis se realizó a diferentes matrices de Agua potable superficial subterránea y residual con diferentes componentes pero con la misma finalidad, determinar la calidad del agua, depende de estos análisis y estos resultados se determina la calidad del análisis y su importancia.

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1

*Figura 6. Límites Permisibles Pesticidas.
Tomado de : Decreto 1594 de 1984*

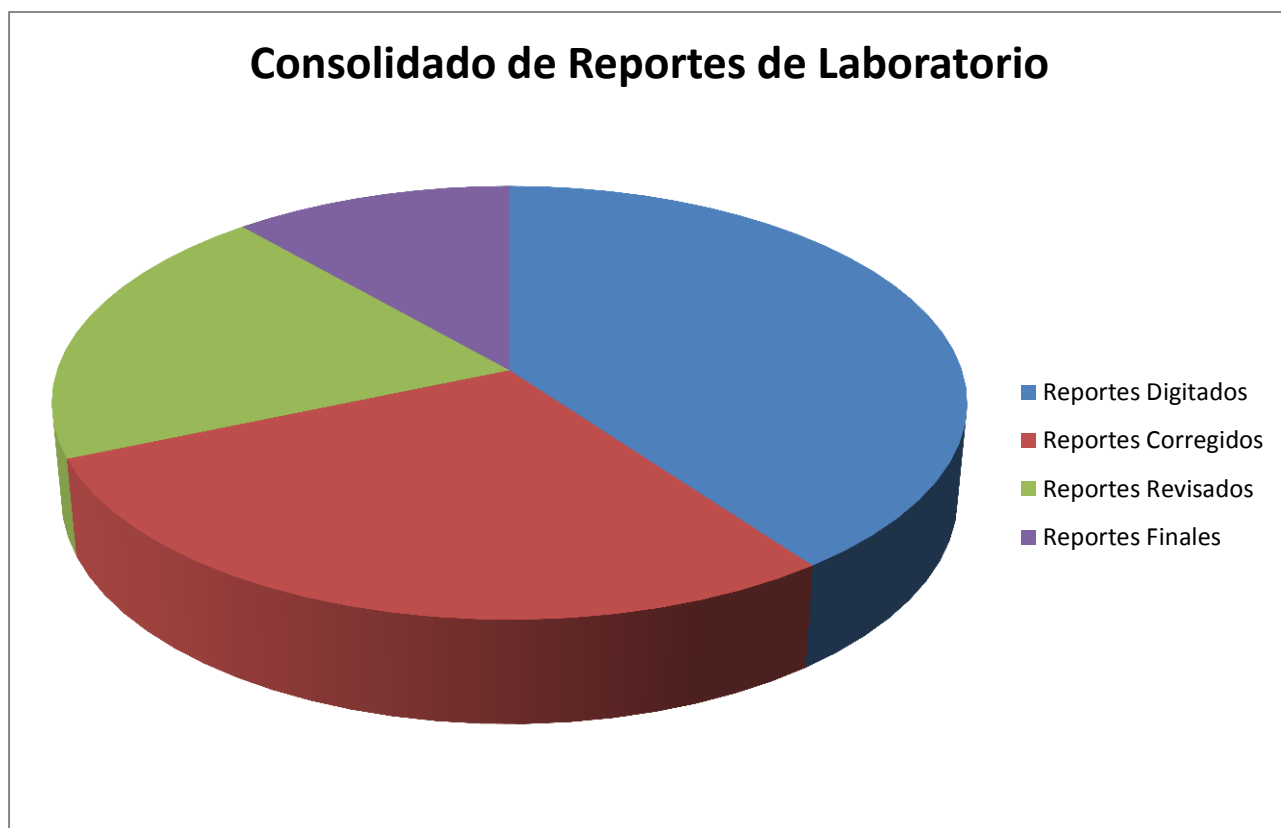


Figura 7. Consolidado de Reportes Laboratorio (6 meses)

A partir del anterior análisis y los resultados comparados con la normatividad , las diferentes fuentes bibliográficas se puede concluir que el cuerpo de agua superficial es una quebrada Oligotrófica la cual es un agua pobre en nutrientes y que contiene numerosas especies de organismos acuáticos, cada una de las cuales está presente en número relativamente pequeño. Esta masa de agua se caracteriza por una gran transparencia, baja productividad, alta concentración de oxígeno en la capa superior y por sedimentos que están generalmente coloreados en tonos marrones y contienen pequeñas cantidades de materia orgánica; además de esto el ICA (índice de calidad de agua) que el cuerpo de agua es de buena calidad, y es coherente con el resultado de ICOS (índice de contaminación del agua) que indica que los niveles de contaminación del agua es “Ninguna”.

Estas características son suficientes para determinar que el cuerpo de agua si es apto para consumo humano ya que es un agua relativamente potable en su totalidad y que requiere solo un proceso de desinfección (RAS 2000, título B. p.44) de las PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) o en zonas de luto depuración.

Al momento de analizar la calidad de esta información se deben tener en cuenta varios factores como se dijo anteriormente: el sitio de monitoreo, la matriz a analizar, los parámetros requeridos y sobre todo el método y la técnica a analizar, si alguno de estos factores sufre alguna alteración o no se toma en cuenta en el análisis muy posiblemente este se va a ver afectado no se dará una información verídica al respecto haciendo que se tome una decisión inadecuada llevando a consecuencias medioambientales fuertes.

Además de ello este análisis, la calidad y veracidad del reporte de laboratorio permiten que la información sea suministrada de manera eficiente al cliente y sobre todo a la comunidad que se encuentre cercana al punto de monitoreo, ya que depende de estos datos las decisiones que se tomen para tomar medidas al respecto ya sea por el uso que se le valla a dar al cuerpo de agua o para consumo humano.

CONCLUSIONES

- Se logró verificar la información de reportes de laboratorio y se realizaron análisis a partir de ello para entrega final de informes a clientes de la empresa.
- Se adquirió conocimientos adicionales sobre muestreos en campo, análisis de agua y otros ámbitos de ingeniería.
- Se colaboró en procesos internos de la empresa que ayudaron a un mejor desarrollo de ella y se cumplieron los compromisos propuestos con ella.

BIBLIOGRAFIA

- *Gabriel Roldan Pérez. Fundamentos de Limnología Neotropical, 1992. Medellín, 2015, 509, Estudio de factores asociados al análisis de parámetros fisicoquímicos para fuentes de agua superficial en el laboratorio Antek s.a.s, Universidad ECCI, Ingeniería Ambiental.*
- *Castro de Esparza, María Luisa. Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua. Lima, CEPIS, 1987.*
- *Mario Rene Mejía Clara, Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras, Costa Rica, 123, Estudio de factores asociados al análisis de parámetros fisicoquímicos para fuentes de agua superficial en el laboratorio Antek s.a.s, Universidad ECCI, Ingeniería Ambiental*
- *Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título C, 2000, Bogotá, Estudio de factores asociados al análisis de parámetros fisicoquímicos para fuentes de agua superficial en el laboratorio Antek s.a.s, Universidad ECCI, Ingeniería Ambiental.*
- *Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título B, 2000, Bogotá, Estudio de factores asociados al análisis de parámetros fisicoquímicos para fuentes de agua superficial en el laboratorio Antek s.a.s, Universidad ECCI, Ingeniería Ambiental.*
- *Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), 1995, Bogotá D.C, 2015, p.15, Estudio de factores asociados al análisis de parámetros fisicoquímicos para fuentes de agua superficial en el laboratorio Antek s.a.s, Universidad ECCI, Ingeniería Ambiental*
- *Decreto 1594 de 1984, Alcaldía de Bogotá, Bogotá D.C, Republica de Colombia, 26 de junio de 1984.*

ANEXOS

FIGURA 1. PROCESO METODOLOGICO

FIGURA 2. REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO ANTEK S.A.S

FIGURA 3. RANGOS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA RESPECTO A LA ALCALINIDAD

FIGURA 4. RANGOS DE ALCALINIDAD RESPECTO AL PH

FIGURA 5. CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES

FIGURA 6. LÍMITES PERMISIBLES PESTICIDAS.

FIGURA 7. CONSOLIDADO DE REPORTES LABORATORIO